

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Sistem Plambing

Sistem Plambing merupakan semua pekerjaan yang berkaitan atau berhubungan dengan instalasi pemipaan. Baik itu instalasi pipa untuk pemasangan, perawatan serta pemeliharaan pipa yang dipakai untuk menyuplai air bersih ke tempat yang diinginkan dan menyalurkan air kotor dari tempat yang disediakan tanpa mencemari tempat lainnya.

2.2 Prinsip Dasar Sistem Penyediaan Air Bersih

Tujuan utama dari sistem penyediaan air ini adalah menyuplai air bersih. Air dengan kualitas yang tetap baik adalah prioritas nomor satu dari penyediaan air. Terdapat aspek yang perlu diperhatikan dalam penyediaan air bersih selain kualitas adalah kuantitas, kontinuitas, sistem penyediaan air bersih yang dipakai, pencegahan pencemaran air, tekanan air dan kecepatan aliran.

2.2.1 Sumber Air Bersih

Salah satu sumber air yang mudah ditemukan adalah sumber air Perusahaan Daerah Air Bersih atau biasa dikenal dengan PDAM yang sudah dapat dipastikan kualitas, kuantitas dan kontinuitas air nya. Kasus lain untuk gedung yang dibangun di daerah yang dimana fasilitas PDAM tidak tersedia seperti di daerah kepulauan atau pegunungan yang terpencil jauh dari kota, maka sumber air harus diambil dari air tanah atau dari sungai sekitar. Jika terjadi demikian air tersebut harus diolah terlebih dahulu dengan instalasi pengolahan dalam gedung hingga dicapai standar kualitas air bersih yang berlaku.

2.2.2 Pencegahan Pencemaran Air

Semua peralatan sistem penyediaan air seperti tangki air bawah, tangki air atas, pompa dan pipa dapat dengan mudah mengalami pencemaran. Pencemaran air ini harus dihindari oleh peralatan-peralatan tersebut agar air tetap bersih sampai ke tempat tujuan. Dalam bagian manapun pencemaran dapat terjadi dengan mudah sewaktu-waktu (*Sumber: Soufyan Moh. Noerbambang dan Takeo Morimura, 2005*). Berikut ini adalah beberapa contoh dan cara pencegahan pencemarannya.

a. Larangan Hubungan Pintas

Hubungan fisik atau bersentuhannya dua sistem pipa yang berisi air dengan kualitas berbeda, yaitu satu sistem pipa untuk air bersih dan sistem pipa lainnya berisi air kotor adalah pengertian hubungan pintas, jadi ada kemungkinan air dari satu sistem merembes ke sistem lainnya. Maka sistem perpipaan air bersih dan peralatannya harus dijauhkan dari rendaman air atau hal lain yang tercemar.

b. Pencegahan Aliran Balik

Aliran balik adalah masuknya aliran air, zat atau cairan lain ke dalam sistem perpipaan air bersih, yang bersumber dari tempat lain yang tidak ditujukan untuk air bersih. Aliran balik juga perlu dipikirkan selain hubungan pintas dan ini dikarenakan oleh terjadinya efek siphon-balik (*back siphonage*). Efek siphon balik adalah terjadinya aliran masuk ke dalam pipa air bersih dari air kotor, air tercemar, air bekas dan tempat lain dikarenakan oleh terjadinya tekanan negatif dalam pipa. Peralatan yang dapat menimbulkan efek siphon-balik seperti menara pendingin, tangki ekspansi, tangki air, kolam renang, bak cuci dapur, bak cuci tangan dan lain sebagainya. Air yang berhenti secara mendadak dan perubahan kecepatan aliran yang naik turun di dalam pipa adalah penyebab terjadinya tekanan negatif. Tekanan negatif ini menyebabkan air kotor dari kolam renang atau bak cuci tangan dapat masuk melalui slang air yang terendam.

Salah satu pencegahan aliran balik yang bisa dilakukan adalah dengan memasang penahan aliran balik atau mempersiapkan tempat celah udara.

c. Pukulan air dan pencegahannya

Pukulan air terjadi bilamana aliran air pada pipa diberhentikan dengan tiba-tiba oleh katup dan keran, tekanan air di bagian atas dapat melonjak dengan drastis dan mengakibatkan ombak tekanan yang dapat menjalar dengan kecepatan tertentu, yang setelah itu dapat terpantul kembali ke tempat sediakala. Tanda ini mengakibatkan kenaikan tekanan yang drastis sekali hingga mengumpamai sebuah pukulan, dan diberi nama gejala pukulan air (water hammer). Tekanan yang terjadi diberi nama tekanan pukulan air (water hammer pressure). Pukulan air tersebut menimbulkan beberapa persoalan seperti kerusakan pada peralatan plambing. Berikut adalah keadaan saat pukulan air terjadi:

- 1) Daerah di mana katup ditutup/dibuka secara tiba-tiba
- 2) Kondisi di mana tekanan air pada pipa selalu besar
- 3) Kondisi di mana kecepatan air pada pipa selalu besar
- 4) Kondisi di mana banyak jalan ke atas dan ke bawah pada sistem pipa
- 5) Kondisi di mana banyak kelokan ketimbang jalan lurus
- 6) Kondisi di mana suhu air panas.

Berikut adalah cara penanganan atau mengatasi keadaan di atas:

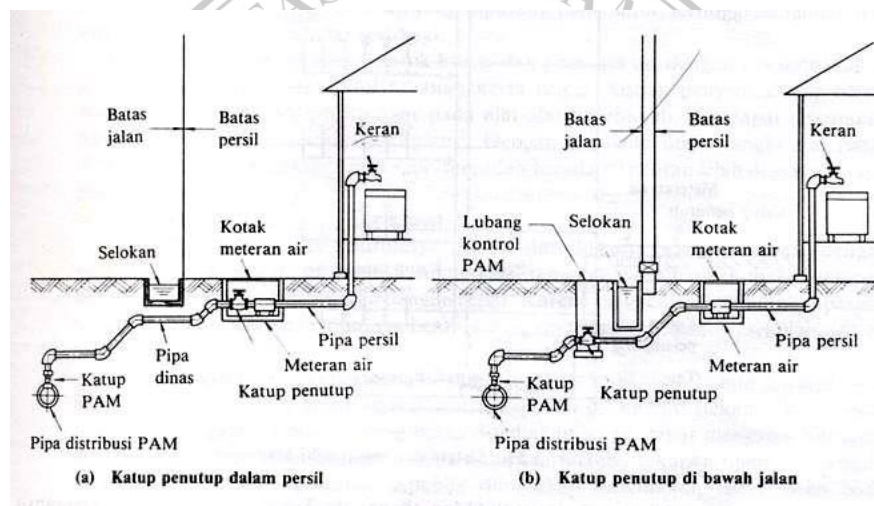
- 1) Membebaskan tekanan kerja yang terlalu besar
- 2) Membebaskan kecepatan aliran yang terlalu besar
- 3) Membuat lubang udara atau alat pencegah pukulan air
- 4) Menerapkan dua katup bola apung dalam tangki air

2.2.3 Sistem Penyediaan Air Bersih

Ada berbagai sistem penyediaan air bersih yang biasa dipakai dan dapat digolongkan seperti berikut (Sumber: Soufyan Moh. Noerbambang dan Takeo Morimura, 2005).

a. Sistem Sambungan Langsung

Pada sistem ini pipa utama penyediaan air bersih akan langsung tersambung dengan pipa distribusi pada gedung. Dengan tekanan yang terbatas pada pipa utama dan terbatasnya dimensi pipa cabang dari pipa utama tersebut, jadi sistem ini hanya bisa dilakukan untuk gedung kecil dan perumahan.



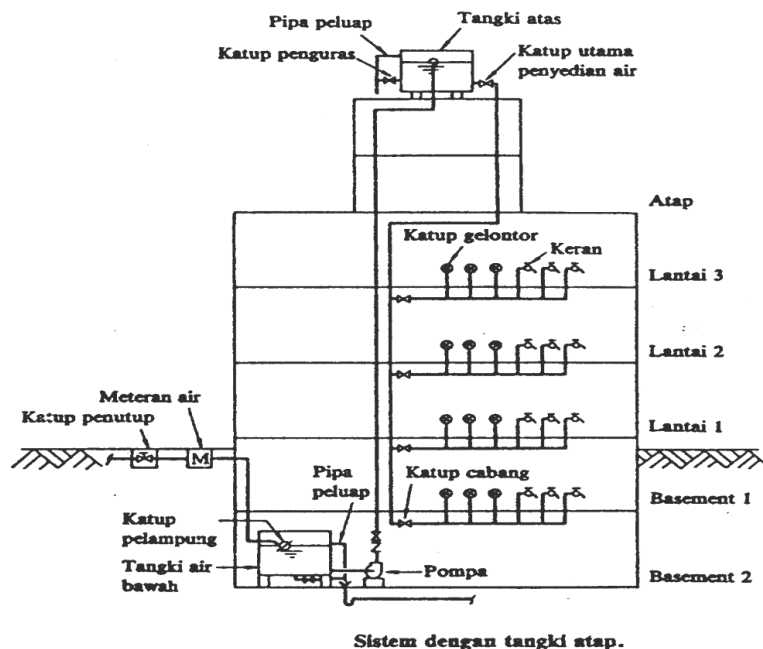
Gambar. 2.1 Sistem sambungan langsung.

b. Sistem Tangki Atas

Pada sistem ini, air akan tertampung terlebih dahulu pada tangki bawah, lalu dipompakan menuju ke tangki atas yang umumnya disetel di lantai paling atas bangunan atau di atap. Kemudian air akan dialirkan ke semua bangunan dari tangki air ini. Sistem tangki atap sering dipasang karena beberapa faktor seperti berikut ini:

- 1) Peralihan tekanan yang berlangsung dalam alat plambing hampir tidak begitu penting. Peralihan tekanan ini biasanya hanya karena muka air pada tangki atap.
- 2) Sistem pompa yang mengangkat air menuju tangki atap bekerja secara otomatis menggunakan proses yang cukup simpel sehingga probabilitas munculnya kesulitan sangat kecil. Pompa ini memiliki alat yang akan mendeteksi muka air dalam tangki atap untuk menjalankan dan mematikan pompa tersebut .
- 3) Ketimbang tangki tekan perawatan tangki atap jauh lebih mudah.

Bilamana tekanan air pada pipa utama sangat besar, air bisa langsung menuju tangki atap tanpa dipendam pada tangki bawah dan dipompa.



Gambar. 2.2 Sistem dengan tangki atap.

c. Sistem Tangki Tekan

Teori kerja sistem ini adalah air akan dipompakan ke dalam suatu tabung dari tampungan tangki bawah hingga udaranya akan terkompresi. Air bisa langsung dialirkan ke seluruh sistem aliran bangunan dari tangki tersebut. Detektor tekanan akan mengatur pompa agar dapat bekerja secara otomatis, yang bisa menjalankan dan mematikan saklar motor listrik

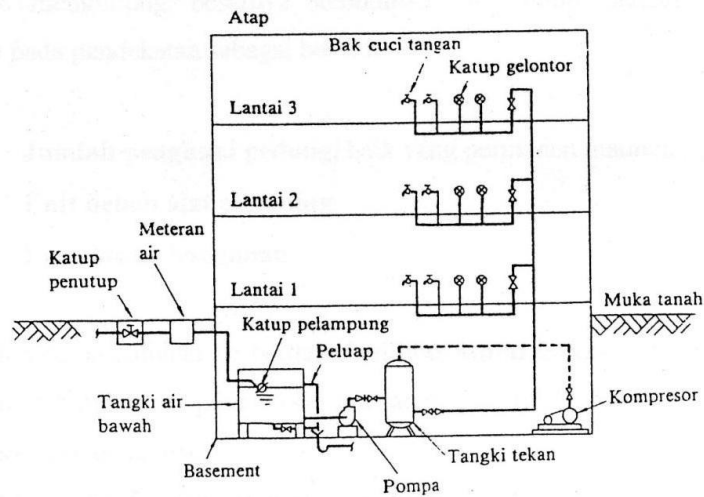
penggerak pompa. Pompa ini akan bekerja ketika tekanan sudah menggapai ketentuan minimum yang ditentukan dan akan berhenti bekerja kalau tekanan tangki menggapai suatu ketentuan maksimum yang ditentukan juga.

Keunggulan-keunggulan sistem tangki tekan diantaranya:

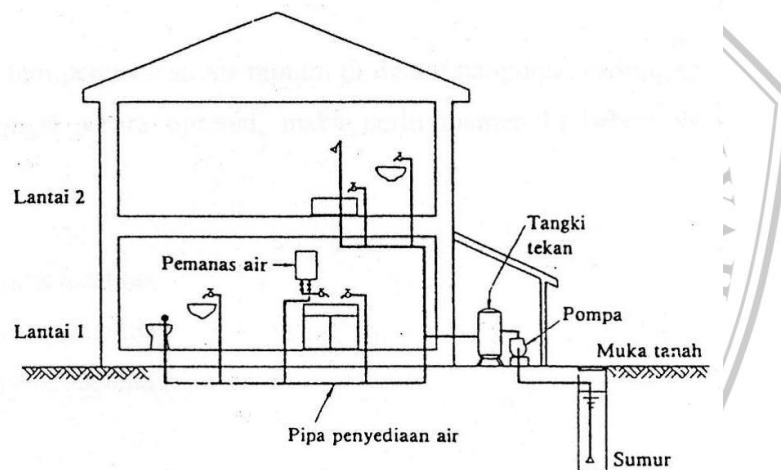
- 1) Lebih bagus dari segi artistik karena sistem tangki tekan tidak begitu mencolok daripada tangki atap.
- 2) Perawatan yang cenderung lebih mudah karena dapat diterapkan pada ruangan mesin dengan pompa lainnya.
- 3) Untuk pemasangan awal harga yang ditawarkan lebih murah ketimbang sistem tangki atap yang diterapkan di atas menara.

Kelemahan-kelemahannya:

- 1) Tekanan pada daerah fluktuasi ini sebesar $1,0 \text{ kg/cm}^3$ yang termasuk cukup besar ketimbang tekanan pada sistem tangki atap yang hampir tidak ada fluktuasinya..
- 2) Tangki tekan harus dikuras setiap beberapa hari sekali atau ditambahkan udara menggunakan kompresor karena udara dalam tangki tekan akan terus berkurang.
- 3) Sistem tangki tekan tidak bisa seperti sistem tangki atap karena tidak bisa menyimpan air seperti tangki atap dan hanya sebagai pompa penyediaan air saja..
- 4) Pompa lebih sering bekerja karena kapasitas air pada tangki tekan cukup sedikit dan dengan pompa yang terus bekerja akan menyebabkan kerusakan pada saklar yang lebih cepat.



Gambar. 2.3 Contoh sistem tangki tekan.



Gambar. 2.4 Sistem tangki tekan dengan sumur untuk rumah.

d. Sistem Tanpa Tangki

Inti dari sistem ini adalah tidak dipakainya tangki dengan jenis apapun seperti tangki atap atau pun tangki tekan. Air langsung dipompakan menuju sistem distribusi bangunan dan menyedot air langsung dari pipa utama. Pemerintah Indonesia melarang dan menghimbau perusahaan air minum untuk tidak menggunakan sistem ini.

2.2.4 Penaksiran Laju Aliran Air

Penaksiran laju aliran air untuk seluruh bangunan harus berdasarkan jumlah peralatan dan dimensi pipa-pipa pada perencanaan sistem penyediaan bangunan tersebut . Penaksiran jumlah dan laju aliran air perlu didapatkan melalui penelitian di lapangan, dan setelah itu dibuat angka-angka penerkaan yang sebisa mungkin angka tersebut mendekati keadaan di bangunan setelah digunakan.

Tabel 2.1 Pemakaian air dingin minimum sesuai penggunaan gedung

No	Pengguna Gedung	Pemakaian Air	Satuan
1	Rumah Tinggal	120	Liter/penghuni/hari
2	Rumah Susun	100	Liter/penghuni/hari
3	Asrama	120	Liter/penghuni/hari
4	Rumah Sakit	500	Liter/siswa/hari
5	Sekolah Dasar	40	Liter/siswa/hari
6	SLTP	50	Liter/siswa/hari
7	SMU/SMK dan Lebih Tinggi	80	Liter/siswa/hari
8	Ruko/Rukan	100	Liter/penghuni dan pegawai/hari
9	Kantor/Pabrik	50	Liter/pegawai/hari
10	Toserba, Toko Pengecer	5	Liter/m ²
11	Restoran	15	Liter/kursi
12	Hotel Berbintang	250	Liter/tempat tidur/hari
13	Hotel Melati/Penginapan	150	Liter/tempat tidur/hari
14	Gedung Pertunjukan, Bioskop	10	Liter/kursi
15	Gedung Serba Guna	25	Liter/kursi
16	Stasiun/Terminal	3	Liter/penumpang tiba dan pergi
17	Peribadatan	5	Liter/orang belum dengan air wudhu

Sumber : SNI 03-7065-2005

Tabel 2.2 Laju Aliran Air Berdasarkan Nilai Unit Alat Plumbing Kumulatif

Sistem Penyediaan Tangki Gelontor		Sistem Penyediaan Katup Gelontor	
Load Water Supply Fixture Units (WSFU)	Demand Liter/second	Load Water Supply Fixture Units (WSFU)	Demand Liter/second
1	0,19		
2	0,32		
3	0,41		
4	0,51		
5	0,59	5	0,95
6	0,68	6	1,10
7	0,74	7	1,25
8	0,81	8	1,40
9	0,86	9	1,55
10	0,92	10	1,70
12	1,01	12	1,80
14	1,07	14	1,91
16	1,14	16	2,01
18	1,19	18	2,11
20	1,24	20	2,21
25	1,36	25	2,40
30	1,47	30	2,65
35	1,57	35	2,78
40	1,66	40	2,90
45	1,76	45	3,03
50	1,84	50	3,15
60	2,02	60	3,41
70	2,21	70	3,66
80	2,41	80	3,86
90	2,59	90	4,06
100	2,74	100	4,26
120	3,03	120	4,61
140	3,31	140	4,86
160	3,60	160	5,11
180	3,85	180	5,39
200	4,10	200	5,68
250	4,73	250	6,37
300	5,36	300	6,81
400	6,62	400	8,01
500	7,82	500	9,02
750	10,73	750	11,17
1000	13,12	1000	13,12
1250	15,08	1250	15,08
1500	16,97	1500	16,97
2000	20,50	2000	20,50
2500	23,97	2500	23,97

3000	27,32	3000	27,32
4000	33,12	4000	33,12
5000	37,41	5000	37,41

Sumber : Pedoman Plambing Indonesia

Terdapat tiga metoda untuk menentukan laju aliran air, seperti jumlah penghuni, berdasar jenis dan jumlah alat plambing, dan berdasar unit beban alat plambing (*Sumber: Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2005*) Lebih jelasnya sebagai berikut:

a. Penaksiran Berdasarkan jumlah Penghuni

Ini metode paling praktis untuk perencanaan dan prancangan. Penggunaan air rata-rata sehari dari total jumlah penghuni pada bangunan tersebut digunakan sebagai dasar metode ini. Dengan begitu total pemakaian air dalam sehari dapat diestimasi, meskipun jenis ataupun jumlah semua alat plambing belum ditentukan. Kapasitas tangki air bawah, tangki air atap, pompa, dan yang lain biasanya bisa ditetapkan dengan metode ini menggunakan angka penggunaan air yang diperoleh. Sebaliknya dimensi pipa tidak bisa ditentukan menggunakan metode jumlah penghuni, dimensi pipa yang dapat ditentukan menggunakan metode ini hanya pipa dinas penyediaan air saja.

• Perhitungan Jumlah Penghuni

Jumlah penghuni :

$$\frac{\text{Luas Bangunan/Ruangan}}{\text{Beban penghunian}} \dots\dots\dots (2.1)$$

• Pemakaian Air Rata-Rata Perhari

$$Qh = \frac{Qd}{T} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan : Qd = Jumlah penghuni x pemakaian air per orang/hari.

Qh = Pemakaian air rata-rata (m³/hari)

Qd = Pemakaian air rata-rata sehari (m³/hari)

T = Jangka waktu pemakaian (h)

- **Pemakaian Air Pada Jam Puncak**

$$Q_{h-max} = (C_1) \times (Qh) \dots\dots\dots (2.3)$$

Konstanta yang dipakai untuk “C1” antara 1,5 sampai 2,0 bergantung pada penggunaan gedung, lokasi dan sebagainya, konstanta untuk “C2” diantara 3,0 sampai 4,0. Sebaliknya berikut adalah rumus untuk menyatakan pemakaian air waktu menit puncak :

$$Q_{h-max} = \frac{(C2) \times (Qh)}{60} \dots\dots\dots (2.4)$$

- b. **Penaksiran Berdasarkan Jenis dan Jumlah Alat Plumbing**

Untuk menggunakan metode ini, perlu diketahui kondisi plumbing dan jumlah seluruh alat plumbing pada gedung tersebut. Metode ini bisa digunakan untuk gedung kecil ataupun perumahan.

Tabel 2.3 Faktor pemakaian (%) dan jumlah alat plumbing.

Jumlah Alat Plumbing Jenis Alat Plumbing	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
Kloset dengan katup gelontor	1	50 Satu	50 2	40 3	30 4	27 5	23 6	19 7	17 7	15 8	12 9	10 10
Alat plumbing biasa	1	100 Dua	75 3	55 5	48 6	45 7	42 10	40 13	39 16	38 19	35 25	33 33

Sumber : Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2005

Faktor pemakaian dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini :

$$Yn = Y1 - \left[(Y1 - Y2) \times \frac{(Xn - X1)}{(X2 - X1)} \right] \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana : Yn = Faktor pemakaian (%)

Y1 = Jenis alat plumbing pada jumlah 1

Y2 = Jenis alat plumbing pada jumlah 2

X1 = Jumlah alat plumbing 1

X2 = Jumlah alat plumbing 2

Xn = Jumlah alat plumbing yang akan dicari

Tabel 2.4 Pemakaian air tiap alat plambing dan laju aliran airnya

No	Nama alat plambing alat	Pemakaian air untuk penggunaan satu kali (liter)	Penggunaan per jam	Laju aliran air (liter/menit)	Waktu untuk pengisian (detik)
1	Kloset (dengan katup gelontor)	13,5-16,5	6 - 12	110-180	8,2-10
2	Kloset (dengan tangki gelontor)	13-15	6 - 12	15	60
3	Peturasan (dengan katup gelontor)	5	12-20	30	10
4	Peturasan, 2-4 orang (dengan tangki gelontor)	9 – 18 (@4,5)	12	1,8-3,6	300
5	Peturasan, 5-7 orang (dengan tangki gelontor)	22,5-31,5 (@4,5)	12	4,5-6,3	300
6	Bak cuci tangan kecil	3	12-20	10	18
7	Bak cuci tangan biasa (lavatory)	10	6 - 12	15	40
8	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 13 mm	15	6-12	15	60
9	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 22 mm	25	6-12	25	60
10	Bak mandi rendam (bathtub)	125	3	30	250
11	Pancuran mandi (shower)	24-60		12	120-300
12	Bak mandi gaya Jepang	Tergantung ukurannya	3	30	

Sumber : (Sumber: Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2005)

c. Penaksiran Berdasarkan Unit Beban Alat Plambing

Unit beban (*fixture unit*) setiap alat plambing perlu ditetapkan pada metode ini . Untuk setiap komponen pipa ditambahkan besarnya unit beban dari semua alat plambing yang dijalankan, lalu besarnya laju aliran dicari menggunakan kurva. Jalinan antara laju aliran air dengan jumlah unit alat plambing dapat diketahui dengan kurva , dengan menginputkan faktor kemungkinan pemakaian serentak dari semua alat plambing.

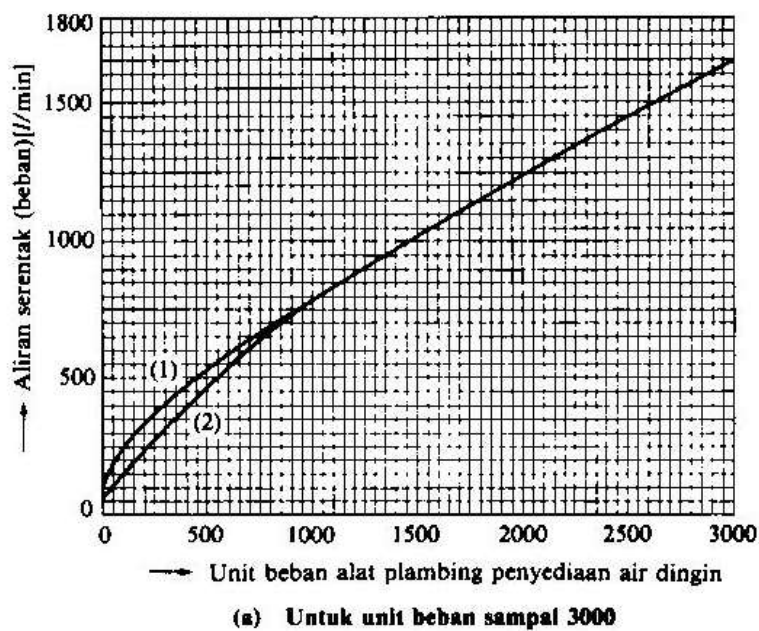
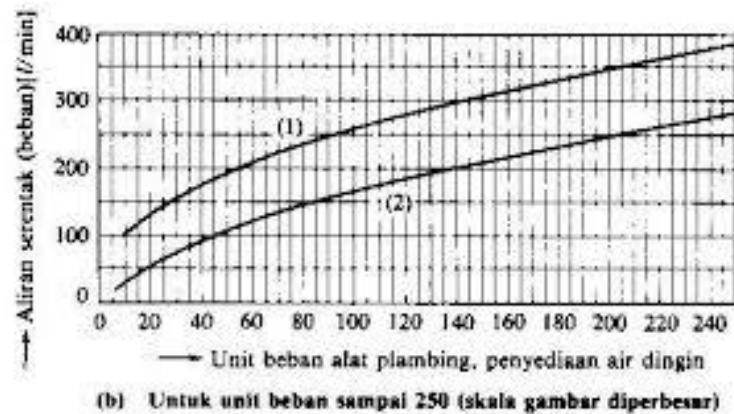
Tabel 2.5 Unit alat plambing untuk penyediaan air dingin.¹⁾

Jenis Alat Plambing ²⁾	Jenis Penyediaan Air	Unit Alat Plambing		Keterangan
		Pribadi ³⁾	Umum ⁴⁾	
Kloset	Katup gelontor	6	10	
Kloset	Tangki gelontor	3	5	
Peturasan dengan tiang	Katup gelontor		10	
Peturasan terbuka (urinall stall)	Katup gelontor		5	
Peturasan terbuka (urinall stall)	Tangki gelontor		3	
Bak cuci (kecil)	Keran	0,5	1	
Bak cuci tangan	Keran	1	2	
Bak cuci tangan, untuk kamar operasi	Keran		3	
Bak mandi rendam (Bath Tub)	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4	
Pancuran mandi (Shower)	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4	
Pancuran mandi Tunggal	Keran pencampur air dingin dan panas	2		
Bak cuci bersama	(untuk tiap keran)		2	
Bak cuci pel	Keran	3	4	Gedung kantor, dsb.
Bak cuci dapur	Keran	2	4	Untuk umum: hotel atau restoran, dll
Bak cuci piring	Keran		5	
Bak cuci pakaian (satu sampai tiga)	Keran	3		
Pancuran minimum	Keran air bersih		2	
Pemanas air	Katup bola		2	

Sumber : (Sumber: Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2005)

Catatan:

- 1) Jumlah unit alat plambing baru bisa ditambahkan dengan alat plambing yang airnya bergerak dengan kontinyu secara terpisah.
- 2) Alat plambing yang tidak ada pada tabel bisa diperhitungkan, dengan mencocokkan dengan alat plambing yang menyerupai.
- 3) Alat plambing untuk kepentingan pribadi ditujukan untuk apartemen atau rumah pribadi, di mana penggunaannya cukup jarang.
- 4) Alat plambing untuk kepentingan umum ditujukan dalam gedung pabrik, sekolah, kantor, dsb, di mana penggunaannya cukup sering.



Gambar. 2.5 Grafik hubungan antara unit beban alat plambing dengan laju aliran

2.2.5 Tekanan Air dan Kecepatan Aliran

Penggunaan air dengan tekanan yang kurang sesuai dapat menimbulkan masalah. Tekanan yang terlalu besar bisa menyebabkan rasa sakit karena semprotan air serta menimbulkan masalah peralatan plambing, dan menambah probabilitas terbentuknya pukulan air. Besaran tekanan air yang bagus beredar pada suatu tempat yang agak luas dan tergantung dalam ketentuan pengguna atau alat yang perlu dijalankan.

Secara garis besar dapat disebutkan besarnya tekanan standar adalah $1,0 \text{ kg/cm}^2$, sebaliknya tekanan statik seharusnya diusahakan antara $4,0$ sampai $5,0 \text{ kg/cm}^2$ untuk perkantoran dan antara $2,5$ sampai $3,5 \text{ kg/cm}^2$ untuk perumahan dan

hotel. Selain itu, kurang lebih jenis peralatan plambing tidak bisa berjalan dengan semestinya jikalau tekanannya kurang dari satu ketentuan minimum, ini adalah ketentuan-ketentuan minimumnya:

Tabel 2.6 Tekanan yang dibutuhkan alat plambing.

Nama Alat	Tekanan yang dibutuhkan (kg/cm ²)	Tekanan standar (kg/cm ²)
Katup gelontor kloset	0.7 ¹⁾	1,0
Katup gelontor peturasan	0.4 ²⁾	
Keran yang menutup sendiri	0.7	
Pancuran mandi dengan pancaran halus/tajam	0.7	
Pancuran mandi biasa	0.35	
Keran biasa	0.3	

Sumber : (Sumber: Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2005)

Catatan:

- 1), 2) Untuk katup gelontor kloset dan katup gelontor peturasan, tekanan yang ada pada tabel ini hanyalah tekanan statis saat air mengalir, untuk tekanan maksimumnya sebesar 4 kg/cm².
- 3) Khusus keran dengan katup otomatis, jikalau tekanan air tidak memenuhi ketentuan minimum yang dipakai maka katup tidak bisa tertutup dengan sempurna, alhasil air akan terus mengalir dari keran.

Cara menghitung tekanan untuk tiap lantai digunakan rumus berikut:

$$P = \rho \times g \times h \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan: P = Tekanan (N/m²)
 ρ = Kerapatan air (998,2 kg/m³)
 g = Gravitasi (9,81 m/s²)
 h = Tinggi Potensial (m)

Pukulan air berkemungkinan terjadi akibat kecepatan pada aliran air yang terlewat tinggi, sedangkan ketentuan maksimumnya berkisar angka 1,5 sampai 2,0 m/detik. Untuk penentuan dimensi awal pipa selayaknya menggunakan ketentuan kecepatan 2,0 m/detik (Sumber: Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2005).

$$V = \frac{4Q}{\pi \cdot D^2} \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan : V = Kecepatan aliran (m/det)

Q = Laju aliran (m³/det)

D = Diameter pipa (m)

2.2.6 Peralatan Penyediaan Air Bersih

Terwujudnya sebuah sistem plambing tidak terhindar dari peralatan pada penyediaan air bersih. Semua peralatan yang digunakan di seluruh daerah gedung bagian dalam dan luar merupakan peralatan penyediaan air bersih. Berikut adalah alat-alat penyediaan air bersih:

2.2.6.1 Pipa

Pipa adalah suatu selongsong lingkaran yang dipakai untuk mengalirkan fluida. Ada berbagai macam pipa yang biasanya dipakai untuk instalasi pada gedung seperti:

a) Pipa PVC (*Poly Vinyl Chloride*)

Pipa PVC biasanya dipakai untuk instalasi air bersih dan air kotor. Pipa ini dibuat menggunakan campuran material vinyl plastic yang membuat pipa memiliki sifat kuat, tidak berkarat, ringan dan memiliki viskositas yang cukup tinggi.

b) Pipa HDPE (*High Density Poly Ethylene*)

Pipa HDPE merupakan pipa yang dibuat dari bahan poly ethylene yang memiliki kepadatan tinggi alhasil bisa membendung daya tekan yang cukup besar. Itulah kenapa pipa ini lebih cocok dipakai untuk instalasi air panas.

c) Pipa PPR PN (*Poly Propylene Random*)

Pipa PPR PN dibuat menggunakan bahan plastik polypropylene yang sesuai untuk instalasi air panas, bertekanan kuat, dan tidak mudah bocor di daerah sambungan dan sangat kuat, pipa ini mempunyai dinding yang licin dan telah menyanggah ketentuan untuk instalasi air minum.

Kecepatan aliran, debit air serta jenis fluida yang akan dialirkan perlu diperhatikan saat memutuskan jenis pipa yang akan dipakai. Aspek-aspek itu tadi juga digunakan untuk menemukan dimensi pipa yang akan dipakai. Berikut ini adalah cara untuk menemukan dimensi pipa yang akan dipakai:

$$Q = V.A$$

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V$$

$$4Q = \pi D^2 V$$

$$D^2 = \frac{4Q}{\pi V}$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan : Q = Laju aliran air yang dibutuhkan (m³/s)

V = Kecepatan aliran air yang melalui pipa (m/s)

A = Luas penampang pipa (m²)

Kerugian-kerugian pasti dapat terjadi saat air mengalir pada pipa, diantara lain kerugian gesek saat air mengalir dalam pipa, kerugian ketika melewati belokan, katup, reducer dan lainnya, berikut adalah contoh kerugian:

a) Kerugian Head Mayor (Major Losses)

Kerugian pertama adalah head mayor yang dikarenakan oleh gesekan antara fluida dengan bagian dinding dalam pipa atau karena kecepatan fluida yang berubah-ubah (kerugian kecil). Sebelum menentukan kerugian gesek pada pipa perlu diketahui terlebih dahulu jenis aliran yang mengalir, apakah aliran turbulen, laminar, atau transisi. Cara untuk menentukan jenis aliran tersebut dipakai persamaan Reynolds seperti berikut:

$$Re = \frac{vxD}{\nu} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan : Re = Bilangan Reynolds (tak berdimensi)

v = Kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s)

D = Diameter pipa (m)

ν = Viskositas kinematik zat cair (m²/s)

Untuk $Re < 2000$, berarti aliran laminar

$Re > 4000$, berarti aliran turbulen

$Re = 2000 - 4000$, berarti aliran transisi

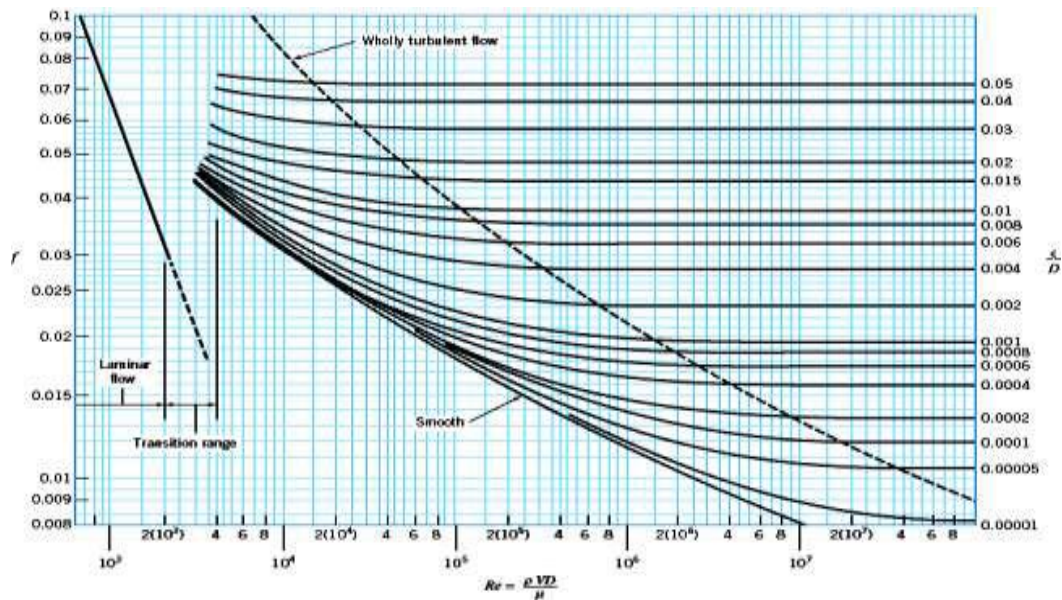
Selain itu kerugian gesek pada pipa bisa ditentukan dengan memakai persamaan Darcy-Weisbach seperti :

$$hf = f \frac{Lxv}{Dx2g} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan : hf = Kerugian head karena gesekan (m)
 F = Faktor gesekan (didapat dari diagram moody)
 D = Diameter pipa (m)
 L = Panjang pipa (m)
 V = Kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s)
 G = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

Tabel 2.7 Nilai Kekasaran Untuk Berbagai Jenis Pipa

Bahan	Kekasaran (e)	
	Mm	Ft
Brass	0.0015	0.000005
Concrete		
- Steel forms, smooth	0.18	0.0006
- Good joints, average	0.36	0.0012
- Rough, visible form mark	0.6	0.002
Copper	0.0015	0.000005
Corrugated metal (CMP)	45	0.15
Iron		
- Asphalted lined	0.12	0.0004
- Cast	0.26	0.00085
- Ductile ; DIP-Cement mortar lined	0.12	0.0004
- Galvanized	0.15	0.0005
- Wrought	0.045	0.00015
Polyvinyl Chloride (PVC)	0.0015	0.000005
Polyethylene High Density (HDPE)	0.0015	0.000005
Steel		
- Enamel coated	0.0048	0.000016
- Riveted	0.9 - 9.0	0.003 - 0.03
- Seamless	0.004	0.000013
- Commercial	0.045	0.00015



Gambar 2.6. Diagram Moody

Hagen Poiseuille berpendapat untuk aliran laminar ($Re < 2000$), hanya bilangan Reynolds yang digunakan sebagai faktor gesekan. Alhasil rumus untuk menentukan faktor gesekan seperti berikut:

$$f = \frac{Re}{64} \dots \dots \dots (2.11)$$

Akan tetapi jika aliran bersifat turbulen maka rumus yang dipakai berbeda seperti berikut:

$$h_f = \lambda \frac{Lv^2}{Dx2g} \dots \dots \dots (2.12)$$

Untuk menentukan nilai λ harus memakai formula Darcy Weisbach untuk aliran turbulen, persamaan yang digunakan seperti berikut :

$$\lambda = 0.020 + \frac{0.0005}{D} \dots \dots \dots (2.13)$$

b) Kerugian Head Minor (Minor Looses)

Kerugian head minor dikarenakan oleh pergantian tiba-tiba dari geometri aliran akibat aksesoris seperti belokan, perubahan dimensi pipa, reducer, katup beserta bermacam-macam sambungan lain. Kerugian minor bisa ditentukan dengan rumus berikut:

$$h_f = \sum n \cdot k \cdot \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan : h_f = Kerugian head (m)
 $\sum n$ = Jumlah kelengkapan pipa
 K = Koefisien kerugian
 v^2 = Kecepatan aliran dalam pipa (m/s)
 g = Percepatan gravitasi (9.81 m/s²)

c) Perlengkapan dan Aksesoris Pipa

1) Flens

Flens berguna sebagai penyambung pada ujung pipa antara pipa dengan pipa lainnya dengan menggunakan mur dan baut. Biasanya flens digunakan pada sambungan yang tidak tetap supaya mudah dirombak atau diperbaiki.

2) Belokan

Belokan merupakan perlengkapan pada pipa yang berfungsi untuk mengganti arah pipa ke sudut yang sesuai standar dan ketentuan dari sudut belokan tersebut.

3) Katup (Valve)

Ada beberapa jenis katup yang bisa dipakai dalam sistem perpipaan. Berikut adalah jenis-jenis katup yang biasa dipakai pada sistem plambing:

1. Katup Sorong (*Gate Valve*)

Apabila ada perbaikan atau kerusakan, katup ini dapat berguna untuk membuka dan menutup instalasi pipa jika diperlukan. Pada umumnya katup ini akan diaplikasikan di pipa cabang yang terletak sedekat mungkin dengan pipa utama.

2. Katup searah (*Check Valve*)

Katup ini merupakan katup yang berguna untuk menghindari arus balik yang berasal dari air pompa ketika aliran mati listrik.

3. *Global Valve*

Kurang lebih katup ini memiliki kegunaan yang sama seperti katup sorong (gate valve), fungsi katup ini adalah membatasi atau mengatur laju aliran dalam pipa cabang.

2.2.6.2 Tangki Air

Kebutuhan air bersih pada sistem plambing gedung yang terus menerus mengharuskan direncanakannya peralatan penampung air atau biasa disebut tangki air. Tangki air juga harus dapat menjamin kualitas air didalamnya. Berikut adalah jenis-jenis tangki air:

a. Tangki Air Bawah

Sebelum air dari jaringan air bersih kota dipompa menuju jaringan pipa penyediaan air gedung, air akan dialirkan melewati katup bola dan ditampung kedalam tangki air bawah. Berikut rumus hubungan antara kapasitas pipa dinas dengan kapasitas tangki air bawah:

Kapasitas tangki air untuk air bersih adalah:

$$V_R = Q_d - (Q_s \times T) \dots \dots \dots (2.15)$$

Keterangan : V_R = Volume tangki air (m^3)

Q_d = Jumlah kebutuhan air per hari (m^3 /hari)

Q_s = Kapasitas pipa dinas (m^3 /jam)

T = Rata-rata pemakaian air per hari (jam/hari)

b. Tangki Air Atas

Air dari tangki air bawah akan disedot menggunakan pompa menuju ke tangki ini. Tangki atas direncanakan untuk memuat kebutuhan puncak, dan pada umumnya direncanakan dengan kapasitas yang cukup untuk waktu kebutuhan puncak tersebut, yang biasanya 30 menit. Pada kejadian tertentu bisa terjadi jika kebutuhan puncak dimulai ketika muka air berada pada kondisi terendah dalam tangki atas, alhasil harus ditentukan jumlah air yang bisa ditampung pada waktu 10 hingga 15 menit dengan pompa angkat. Berikut rumus untuk menentukan kapasitas efektif tangki atas:

$$V_E = (Q_p - Q_{\max}) T_p - Q_{pu} \times T_{pu} \dots \dots \dots (2.16)$$

Keterangan: VE	= Kapasitas efektif tangki atas (m ³)
Q _p	= Kebutuhan puncak (m ³ /s)
Q _{max}	= Kebutuhan jam puncak (m ³ /s)
Q _{pu}	= Kapasitas pompa pengisi (m ³ /s)
T _p	= Jangka waktu kebutuhan puncak (menit)
T _{pu}	= Jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

2.2.6.3 Pompa

a. Pompa Transfer

Air dapat mengalir dari tangki air bawah menuju ke tangki air atas dengan menggunakan pompa transfer. Pada suatu sistem yang menggunakan tangki air atas pada umumnya kapasitas pompa angkat dipilih sama dengan kebutuhan air saat jam puncak (Q_{hmax}). Berikut adalah rumus untuk menentukan besar head pompa memakai persamaan bernouli:

$$H = H_a + \Delta H_p + H_i + \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan :

- Tinggi Potensial (H_a)
Jangka antara permukaan air tangki bawah gedung dengan permukaan air tangki atas merupakan tinggi potensial.
- Perbedaan Head Tekanan pada Kedua Permukaan Air (ΔH_p) berhubung P1 dan P2 adalah tangki terbuka, jadi P1 dan P2 = 0, sehingga:
$$\Delta H_p = H_{P2} - H_{P1} = 0m \dots\dots\dots (2.18)$$
- Kerugian head pada pipa (H_i)
- Tekanan kecepatan di lubang keluar pipa ($\frac{v^2}{2g}$) Sesudah memperoleh besar head pompa angkat, lalu ditentukan besar daya pompa dengan memakai persamaan:

$$N_h = (0.163) (Q) (H) (\gamma) \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan: H	= Tinggi angkat total (m)
Q	= Kapasitas pompa (m ³ /menit)
γ	= Berat spesifik (kg/liter)

b. Pompa Air Dorong (Booster Pump)

Air pada lantai 5 sampai roof floor dapat didistribusikan menggunakan pompa air ini. Tidak diperlukan perincian head total untuk pompa ini, sebab tekanan yang bisa dihasilkan adalah hal paling utama untuk pompa ini. Tekanan pompa booster yang digunakan perlu mencukupi tekanan minimum alat-alat plambing yaitu 2 kg/cm² atau 196000 N/m². Jumlah penghuni yang menempati lantai 5 dapat menentukan kapasitas pompa booster.

$$Q = n \times \text{kebutuhan air rata-rata} \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan: Q = Kapasitas pompa angkat (m³/menit)

N = Jumlah pemakai (orang)

2.3 Dasar-dasar Sistem Pembuangan

Sistem pembuangan memiliki tujuan untuk menyalurkan air kotor atau air bekas menuju ke tempat pengolahan sebelum diteruskan ke tempat pembuangan umum supaya tidak mencemari lingkungan sekitar dan penggunanya. Sistem pembuangan sama pentingnya dengan sistem penyediaan air bersih, jadi perlu untuk direncanakan dengan matang menurut ketentuan dan syarat syarat yang berlaku agar sistem pembuangannya bekerja dengan baik tanpa memberikan dampak buruk kepada lingkungan luar gedung ataupun dalam gedung.

2.3.1 Jenis Air Buangan

Menurut buku *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing* oleh *Soufyan Moh. Noerbambang dan Takeo Morimura* bahwa air buangan dibagi menjadi empat golongan. Air limbah atau yang biasa disebut air buangan, adalah seluruh carian yang dibuang, entah itu mengandung kotoran hewan, tumbuhan, manusia, ataupun yang mengandung sisa bahan-bahan dari pabrik. Berikut adalah golongan-golongan air buangan:

1. Air kotor: air buangan yang mengandung kotoran manusia yang berasal dari bidet, peturasan, kloset dan alat-alat plambing sejenisnya.
2. Air bekas: air buangan yang tidak sekeruh air kotor, air bekas berasal dari alat-alat plambing seperti bak mandi (bath up), bak dapur, bak cuci tangan dsb.

3. Air hujan: air buangan dari atap, genting, halaman dsb.
4. Air buangan khusus: air buangan yang mengandung racun, gas dan bahan berbahaya yang berasal dari industri, air buangan dari rumah pemotongan hewan yang bercampur dengan darah dan daging hewan, tempat pengobatan, tempat pusat listrik tenaga nuklir yang berbahaya, tempat pemeriksaan di rumah sakit, tempat laboratorium pengobatan atau penelitian yang memakai bahan yang bersifat radioaktif. Selain itu salah satu air buangan yang baru-baru ini digolongkan ke dalam kelompok ini adalah air buangan restoran yang mengandung banyak lemak dan mengandung heksan.

Air bekas dan air kotor juga disebut dengan air buangan harian karena keduanya mudah dijumpai pada kehidupan sehari-hari.

2.3.2 Klasifikasi Sistem Pembuangan Air

Berikut adalah beberapa klasifikasi sistem pembuangan air pada umumnya menurut lokasi mana yang cocok untuk dipasang, cara membuang air, dan menurut jenis air buangan tersebut. (*Sumber: Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2005*)

1. Klasifikasi menurut jenis air buangan
 - a) Sistem pembuangan air bekas
Merupakan sistem pembuangan di mana air bekas dari pancuran mandi, bak cuci tangan pada gedung dicampurkan dan dibuang keluar.
 - b) Sistem pembuangan air kotor
Merupakan sistem pembuangan di mana air kotor dari bidet, peturasan, kloset pada gedung dicampurkan dan dibuang keluar.
 - c) Sistem pembuangan air hujan
Merupakan sistem pembuangan di mana hanya air hujan yang turun ke atap gedung dialirkan dan dibuang ke luar.

d) Sistem air buangan khusus

Adalah sistem pembuangan di mana air buangan khusus dialirkan dan dibuang ke luar dengan diproses terlebih dahulu agar kandungan berbahaya pada air ini hilang sehingga menghindari pencemaran lingkungan.

e) Sistem pembuangan air dari dapur

Merupakan sistem pembuangan di mana air dari dapur dialirkan dan dibuang ke luar dengan diproses terlebih dahulu agar kandungan lemak pada air ini hilang sehingga menghindari pencemaran lingkungan.

2. Klasifikasi menurut cara pembuangan air

a) Sistem pembuangan air campuran

Adalah sistem pembuangan, di mana seluruh jenis air buangan dicampurkan menuju suatu saluran dan dibuang ke luar gedung, tanpa menggolongkan air buangan tersebut.

b) Sistem pembuangan terpisah

Adalah sistem pembuangan, di mana pembuangan ke luar gedung dilakukan secara terpisah menurut jenis air buangan tersebut.

c) Sistem pembuangan tak langsung

Merupakan sistem pembuangan, di mana setiap lantai memiliki sistem sendiri untuk mengumpulkan air buangan ke suatu kelompok. Perlu pemecah aliran yang harus dipasang pada akhir gabungan.

3. Klasifikasi menurut cara pengaliran

a) Sistem gravitasi

Di mana tidak diperlukan pompa karena seluruh sistem pengaliran akan diletakkan lebih tinggi dari pada saluran umum sekitar.

b) Sistem bertekanan

Di mana saluran umum yang posisinya berada diatas sistem pengaliran gedung, maka perlu bantuan dari pompa untuk menaikkan air menuju ketinggian saluran umum.

4. Klasifikasi menurut letaknya

a) Sistem pembuangan gedung

Adalah sistem pembuangan dimana peralatan pembuangan berada di dalam gedung hingga bagian luar gedung maksimal satu meter.

b) Sistem pembuangan di luar gedung atau roil gedung

Adalah sistem pembuangan dimana peralatan pembuangan berada satu meter dari luar gedung hingga ke saluran umum.

2.3.4 Bagian-bagian Sistem Pembuangan

2.3.4.1 Pipa Sistem Pembuangan

Berikut bagian sistem pembuangan dengan nama dan istilah yang sama dalam buku Pedoman Plambing Indonesia 1979.

a. Pipa pembuangan alat plambing

Merupakan pipa tegak yang dipasang untuk menghubungkan pipa pembuangan lainnya dengan perangkat alat plambing.

b. Cabang mendatar

Merupakan seluruh pipa mendatar yang berfungsi untuk menghubungkan pipa tegak air buangan dengan pipa pembuangan alat plambing.

c. Pipa tegak air buangan

Merupakan pipa tegak yang menjadi tujuan pipa-pipa cabang mendatar untuk mengalirkan air buangan.

d. Pipa tegak air kotor

Merupakan pipa tegak yang menjadi tujuan pipa-pipa cabang mendatar untuk mengalirkan air kotor.

e. Pipa atau saluran pembuangan gedung

Merupakan pipa pembuangan air bekas, air kotor, dan air hujan, dari pipa-pipa tegak yang berada dalam gedung.

f. Roil gedung

Merupakan pipa penghubung antara instalasi pengolahan dengan pipa pembuangan, atau dengan roil umum yang berada di halaman gedung.

Bagian-bagian padat biasanya terkandung dalam pipa air buangan jadi sistem pembuangan harus mampu mengalirkan dengan cepat . Jadi dengan banyaknya air buangan yang harus dialirkan maka pipa pembuangan perlu dan harus memiliki dimensi dan kemiringan yang cukup.

Tabel 2.8 Kemiringan Pipa Pembuangan Horisontal

Diameter pipa (mm)	Kemiringan Minimum
75 atau kurang	1 / 50
100 atau kurang	1 / 100

Sumber : Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, (2005)

Pipa dengan kecepatan antara 0,6 sampai 1,2 m/detik adalah kecepatan terbaik. Pipa dengan kecepatan 0,6 m/detik bisa diaplikasikan jika kemiringan pipa pembuangan gedung dan roil gedung dibuat lebih landai. Bila kecepatan dibawah ketentuan maka kotoran dalam air buangan dapat mengendap dan menyumbat pipa. Namun apabila terlalu cepat dapat mengakibatkan turbulensi aliran, yang bisa mengakibatkan perubahan tekanan dalam pipa. Kemudian ini dapat merusak perangkat alat plambing dan fungsi air penutup. Selain itu, efek sifon dapat terjadi di kemiringan yang lebih curam dari 1/50 yang dapat menyedot air penutup dalam perangkat alat plambing.

Tabel 2.9 Diameter Minimum, Perangkat dan Pipa Buangan Alat Plambing

No	Alat Plambing	Diameter Perangkat Minimum (mm)	Diameter Pipa Buangan Alat Plambing Minimum (mm)
1	Kloset	75	75
2	Peturasan		
	- Tipe menempel dinding	40	40
	- Tipe gantung di dinding	40 – 50	40 – 50
	- Tipe dengan kaki, siphon jet atau blow-out	75	75
	- Untuk umum : untuk 2 orang	50	50
	untuk 3 - 4 orang	65	65
	untuk 5 - 6 orang	75	75
3	Bak cuci tangan (Lavatory)	32	32-40
4	Bak cuci tangan (wash bashin)		
	- Ukuran biasa	32	32
	- Ukuran kecil	25	25
5	Bak cuci, praktek dokter gigi, salon dan tempat cukur	32	32-40

6	Pancuran bersih	32	32
7	Bak mandi		
	- Berendam (bath tub)	40 – 50	40 – 50
	- Model jepang (untuk dirumah)	40	40 - 50
	- Untuk umum	50 – 75	50 – 75
8	Pancuran mandi (dalam ruangan)	50	50
9	Bidet	32	32
10	Bak cuci, untuk pel	65	65
	- Ukuran besar	75 – 100	75 – 100
11	Bak cuci pakaian	40	40
12	Kombinasi bak cuci biasa dan bak cuci pakaian	50	50
13	Kombinasi bak cuci tangan, untuk 2 - 4 orang	40 – 50	40 – 50
14	Bak cuci tangan, rumah sakit	40	40-50
15	Bak cuci, laboratorium kimia	40 – 50	40 – 50
16	Bak cuci, macam-macam		
	- Dapur, untuk rumah	40 – 50	40 – 50
	- Hotel, Komersial	50	50
	- Bar	32	32
	- Dapur kecil, cuci piring	40-50	40-50
	- Dapur, untuk cuci sayuran	50	50
	- Penghancur kotoran (disposer) untuk rumah	40	40
	- Penghancur kotoran (disposer) besar (untuk restoran)	50	50
17	Buangan Lantai (floor drain)	40 – 75	40 – 75

Sumber : Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, (2005)

Tabel 2.10 Unit Alat Plambing Sebagai Beban, Setiap Alat atau Kelompok

No	Alat Plambing	Diameter Perangkat Minimum (mm)	Unit Alat Plambing Sebagai Beban
1	Kloset : tangki gelontor	75	4
	katup gelontor		8
2	Peturasan		
	- Tipe menempel dinding	40	4
	- Tipe gantung di dinding	40 – 50	4
	- Tipe dengan kaki, siphon jet atau blow-out	75	8
	- Untuk umum, model palung setiap 0.60 m		2
3	Bak cuci tangan (Lavatory)	32	1
4	Bak cuci tangan (wash bashin)		
	- Ukuran biasa	32	1

	- Ukuran kecil	25	0,5
5	Bak cuci, praktek dokter gigi	32	1
	- alat perawatan gigi	32	0,5
6	Bak cuci, salon dan tempat cukur	32	2
7	Pancuran bersih	32	0,5
8	Bak mandi		
	- Berendam (bath tub)	40-50	3
	- Model jepang (untuk dirumah)	40	2
	- Untuk umum	50 – 75	4 – 6
9	Pancuran mandi :		
	- untuk rumah	50	2
	- untuk umum, tiap pancuran		3
10	Bidet	32	3
11	Bak cuci, untuk pel	75 – 100	8
12	Bak cuci pakaian	40	2
13	Kombinasi bak cuci biasa dan bak cuci pakaian	50	3
14	Kombinasi bak cuci dapur dengan penghancur kotoran	40 (terpisah)	4
15	Bak cuci tangan, kamar bedah		
	- Ukuran besar		2
	- Ukuran kecil		1,5
16	Bak cuci, laboratorium kimia	40 – 50	1,5
17	Bak cuci, macam-macam		
	- Dapur, untuk rumah	40 – 50	2 - 4
	- Dapur, dengan penghancur makanan, untuk rumah	40 – 50	3
	- Hotel, Komersial	50	4
	- Bar	32	1,5
	- Dapur kecil, cuci piring	40 – 50	2 – 4
18	Mesin cuci		
	- Untuk rumah	40	2
	- Paralel, dihitung setiap orang	-	0,5
19	Buangan Lantai (floor drain)	40	0,5
		50	1
		75	2
20	Kelompok alat plambing dalam kamar mandi terdiri dari satu kloset, satu bak cuci tangan, satu bak mandi rendam atau satu pancuran mandi :		
	- Dengan kloset tangki gelontor		6
	- Dengan kloset katup gelontor		8
21	Pompa penguras (sump pump), untuk setiap 3.8 liter/min		2

Sumber : Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, (2005)

Tabel 2.11 Beban Maksimum Unit Alat Plambing yang Diizinkan, Untuk Cabang Horisontal dan Pipa Tegak Buangan.

Diameter pipa	Beban Maksimum Unit Alat Plambing yang Diizinkan, untuk Cabang Horisontal dan Pipa Tegak Buangan											
	Cabang Mendatar			Satu pipa tegak setinggi 3 tingkat, atau untuk 3 interval			Pipa tegak dengan tinggi lebih dari 3 tingkat					
							Jumlah untuk satu pipa tegak			Jumlah untuk cabang satu tingkat		
(mm)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing (NPC)
32	1	100	1	2	100	2	2	100	2	1	100	1
40	3	100	3	4	100	4	8	100	8	2	100	2
50	5	90	6	9	90	10	24	100	24	6	100	6
65	10	80	12	18	90	20	48	90	42	9	100	9
75	14	70	20	27	90	30	54	90	60	14	90	16
100	96	60	160	192	80	240	400	80	500	72	80	90
125	216	60	360	432	80	540	880	80	1100	160	80	200
150	372	60	620	768	80	960	1520	80	1900	280	80	350
200	840	60	1400	1760	80	2200	2880	80	3600	480	80	600
250	1500	60	2500	2660	70	3800	3920	70	5600	700	70	1000
300	2340	60	3900	4200	70	6000	5880	70	8400	1050	70	1500
375	3500	50	7000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sumber : Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, (2005)

2.3.4.2 Lubang Pembersih dan Bak Kontrol

Sering kali kotoran terendap di pipa pembuangan yang menyebabkan tersumbatnya pipa, maka dari itu perlu dilakukan pencegahan yaitu dengan lubang pembersih. Lubang pembersih berfungsi untuk membersihkan dan mencegah pipa tersumbat karena pengendapan ataupun yang lainnya, dan penempatannya harus di tempat yang mudah di jangkau agar mudah dalam melaksanakan pembersih pipa. Bagian luar gedung juga perlu dipasang bak kontrol yang akan mengontrol air kotor dari dalam gedung menuju ke riol umum.

2.3.4.3 Perangkap

Sistem plambing pasti ada dalam setiap gedung, akan tetapi alat plambing tersebut tidak selalu terus terusan dipakai. Sebab itulah pipa pembuangan yang kosong bisa terdapat gas berbau atau bahkan serangga.

Karena itu perlu diaplikasikan sebuah perangkap yang umumnya berbentuk huruf “U” yang berfungsi untuk meredam komponen terakhir dari air gelontor, jadi perangkap akan menutup pipa pembuangan agar mencegah gas atau serangga masuk. Menurut (*Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2005*) perangkap alat plambing dapat dikelompokkan seperti berikut:

1. Perangkap pada alat plambing
2. Perangkap pada pipa pembuangan
3. Perangkap yang bergabung dengan alat plambing

2.3.4.4 Penangkap

Secara umum penangkap berfungsi untuk menangkap benda-benda atau bahan yang menyumbat sistem plambing ataupun membahayakan lingkungan sekitar setelah keluar menuju ke riol umum. Akan tetapi penangkap tidak akan selalu menangkap semua bahan berbahaya tersebut. Beberapa jenis penangkap menurut (*Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2005*):

- a. Penangkap lemak
- b. Penangkap minyak

- c. Penangkap gips
- d. Penangkap rambut
- e. Penangkap pasir
- f. Penangkap pada tempat cuci pakaian

2.3.4.5 Bak Ekualisasi

Bak ekualisasi perlu digunakan untuk proses pengolahan air buangan, karena konsentrasi polutan organik dan jumlah air buangan sangat berfluktuasi sehingga dengan adanya bak ekualisasi pengolahan dapat berjalan dengan baik. Pengolahan air buangan yang stabil adalah ketika debit air buangan yang diolah untuk meratakan konsentrasi zat pencemarannya dapat diatur oleh bak ekualisasi. Sebenarnya bak ekualisasi hanya berfungsi sebagai tampungan sementara, karena air buangan pada nantinya akan dialirkan menuju bangunan pengolah limbah atau Sewage Treatment Plant (STP) setelah air buangan sudah tidak mengandung bahan berbahaya.

Perkiraan volume air buangan perlu ditentukan terlebih dahulu untuk menghitung volume tampungan bak ekualisasi. Dengan tidak terpautnya koefisien apapun pada perhitungan volume air buangan maka volume air buangan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$Q_{ab} = Q_d \text{ total} \times 80\% \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan: Q_{ab} = Volume air buangan (m³/hari)

Q_d = Jumlah debit total (m³/hari)

Hydraulic Retention Time (HRT) atau waktu tinggal dalam bak ekualisasi biasanya berkisar antara 6 - 10 jam, Jadi untuk menentukan volume bak ekualisasi dapat menggunakan rumus:

$$\text{Volume Bak Ekualisasi} = \frac{HRT}{24} \times A \dots\dots\dots (2.22)$$

Keterangan: HRT = Hydraulic retention time (jam)

A = Volume air buangan (m³/hari)

2.3.4.7 Pompa Pembuangan

Menurut buku *Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, (2005)* pompa pembuangan dibedakan menjadi berbagai macam:

- a. Jenis pompa menurut penggunaannya
 - 1. Pompa air kotor
 - 2. Pompa drainase
 - 3. Pompa penguras
- b. Jenis pompa menurut konstruksinya
 - 1. Pompa horizontal
 - 2. Pompa vertical
 - 3. Pompa yang terbenam
- c. Jenis pompa menurut pemasangannya
 - 1. Pompa bak basah
 - 2. Pompa bak kering

